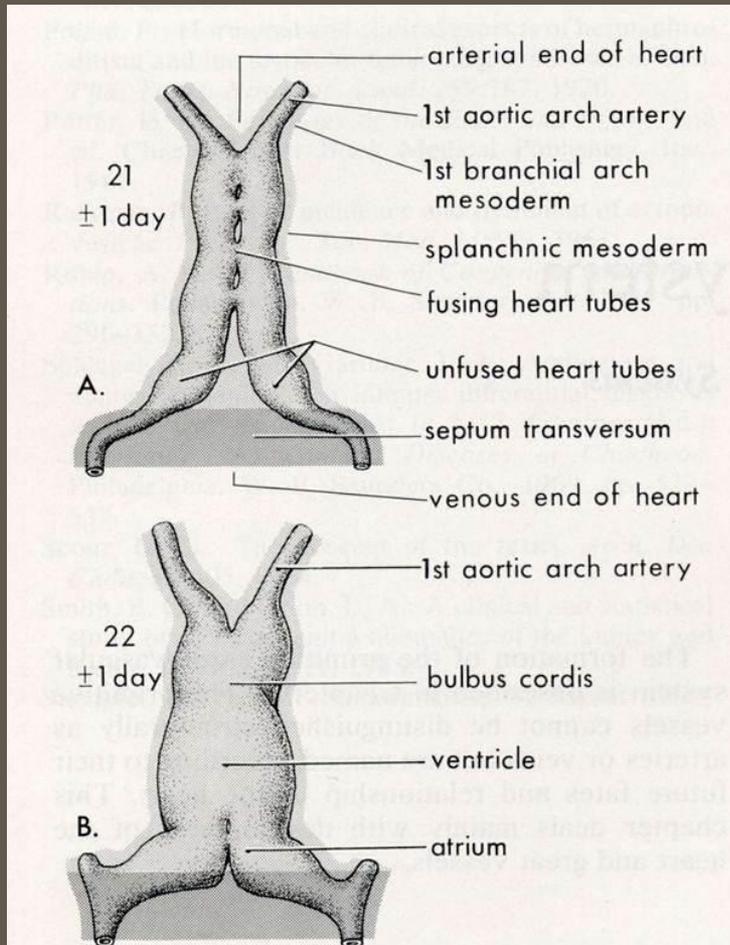




SVILUPPO DEL CUORE

tommaso.occhiali@student.unife.it

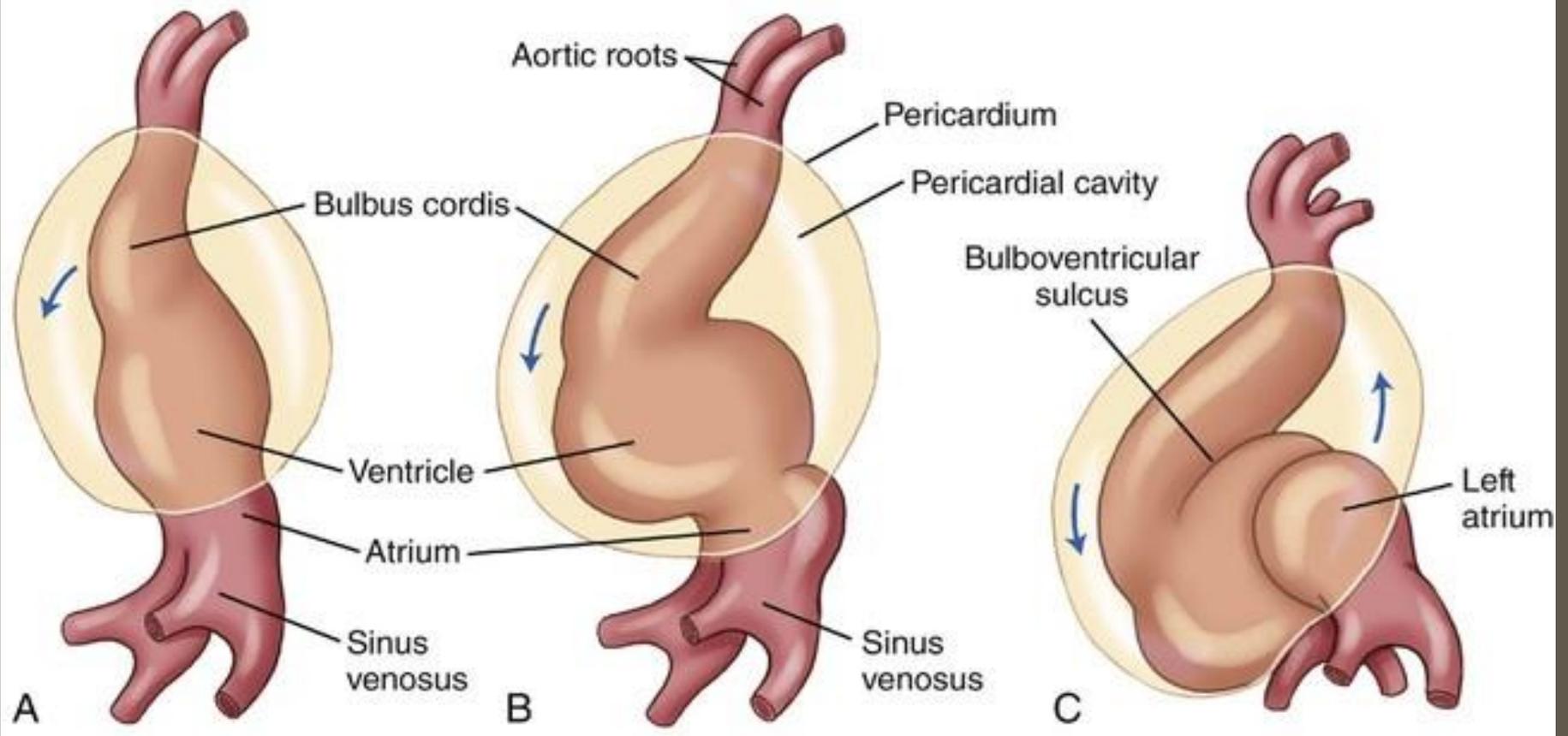


I due tubi endocardici primitivi (ovvero vasi ematici precoci) si fondono a formare il **Tubo Cardiaco Primitivo** alla fine della terza settimana (21°-22° giorno), collegando le vene Cardinali Comuni caudalmente e il primo Arco Aortico cranialmente. Posteriormente troviamo il Mesocardio Dorsale, che scomparirà presto.

Il Tubo Cardiaco Primitivo deriva dal mesoderma splanchnico e contiene cellule da cui deriveranno atri, ventricoli ed endocardio.

Il pericardio, invece, ha uno sviluppo a parte.

Nelle 5 settimane successive, il Tubo si svilupperà nei suoi diametri ma, essendo vincolato alle sue estremità, tenderà a ripiegarsi su se stesso.



Dall'estremità caudale possiamo riconoscere, andando cranialmente:

1. **Seno venoso:** dove confluiscono le Vene Cardinali Comuni
2. **Atrio primitivo:** futuri atri
3. **Solco atrioventricolare**
4. **Ventricolo primitivo:** formerà quasi tutto il ventricolo sinistro
5. **Solco Bulbo-Ventricolare**
6. **Bulbo cardiaco:** futuro ventricolo destro
7. **Tratto di efflusso o Segmento Cono-Truncale**
8. **Sacco aortico:** una dilatazione in comunicazione col il primo Arco Aortico

Atrio Primitivo



Atrio Destro
Atrio Sinistro

Ventricolo Primitivo



Ventricolo Sinistro

Bulbo Cardiaco



Ventricolo Destro

Tratto di Efflusso o Segmento Cono-Truncale



Cono Arterioso



Incorporato nei ventricoli

Tronco Arterioso



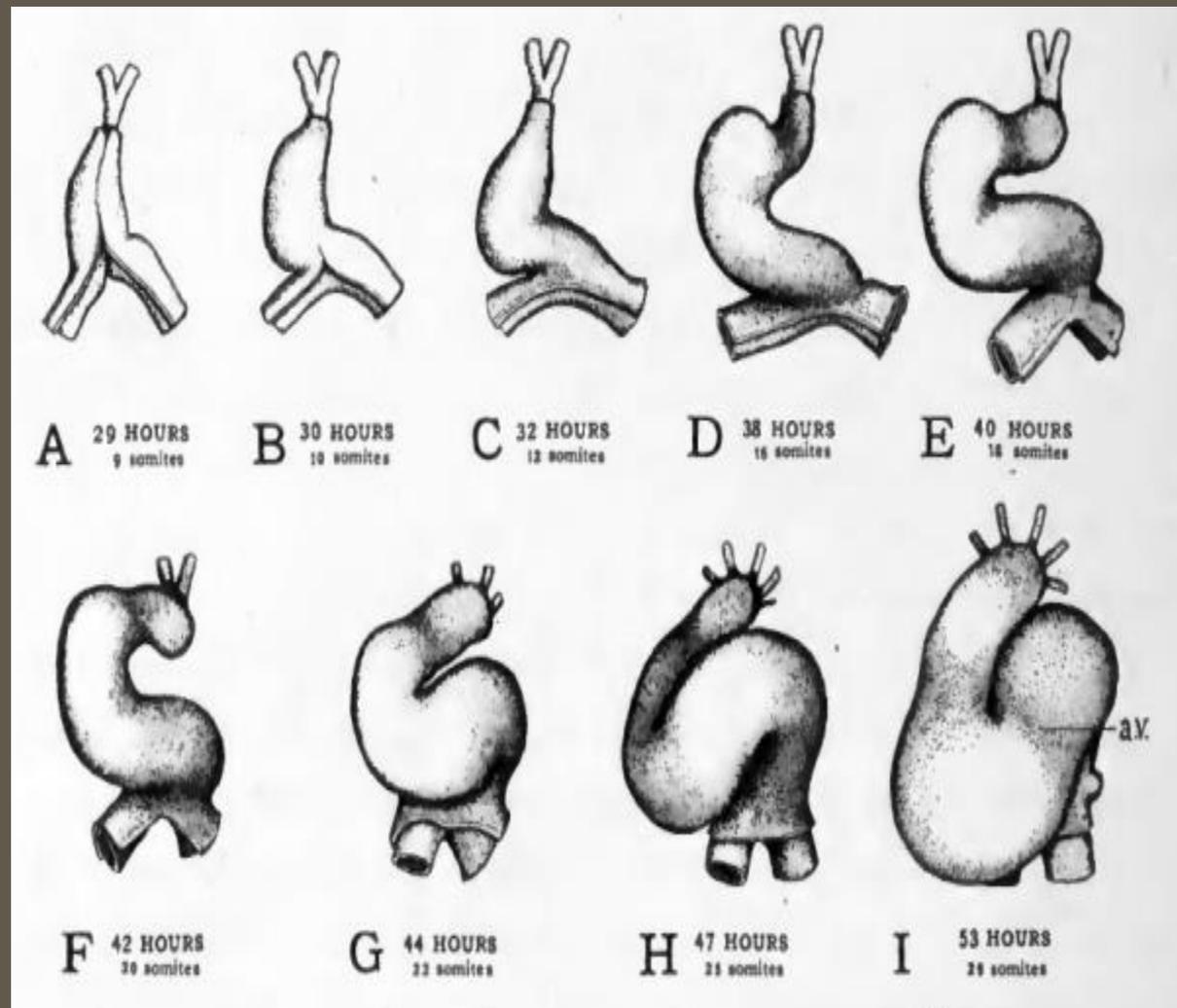
Aorta Ascendente
Arteria Polmonare

Il Tratto di Efflusso contiene anche cellule dalle creste neurali

Il 23esimo giorno il nostro Tubo inizia a crescere da ambo le sue estremità, andando intanto a formare una «C»: la convessità è rivolta verso destra.

Proseguendo con l'allungamento, si ripiegherà ancora formando ora una «S».

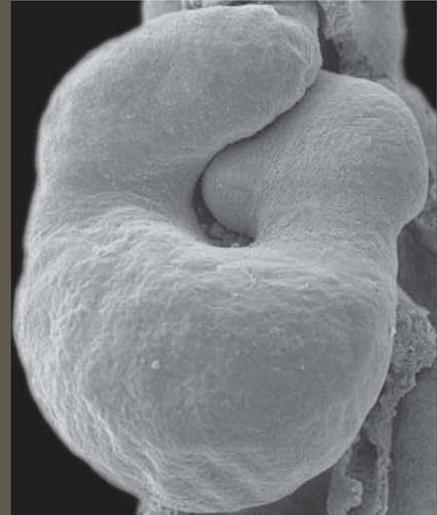
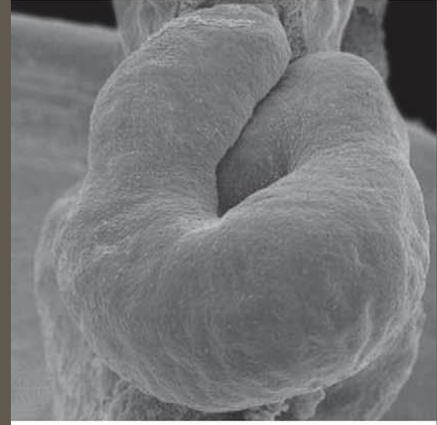
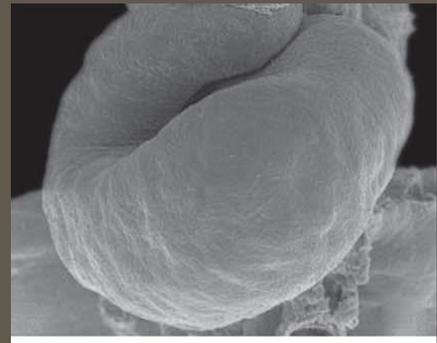
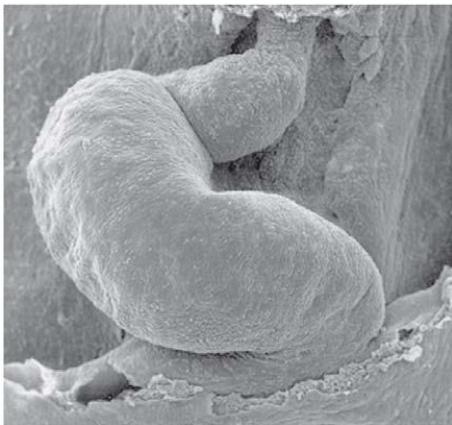
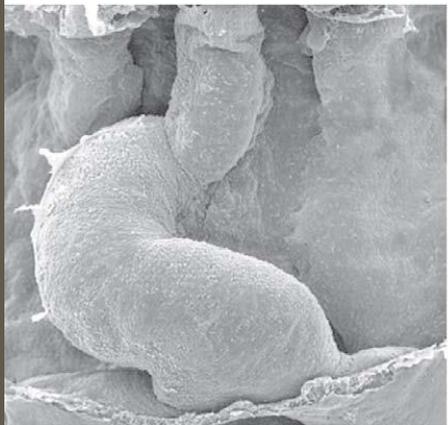
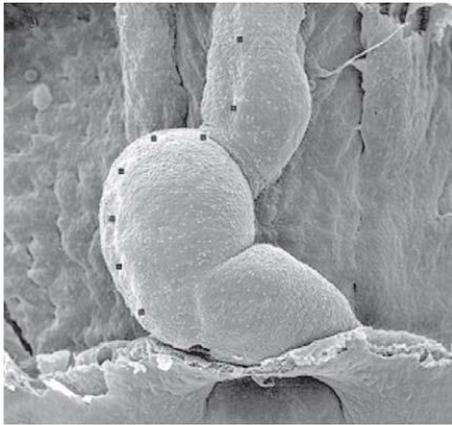
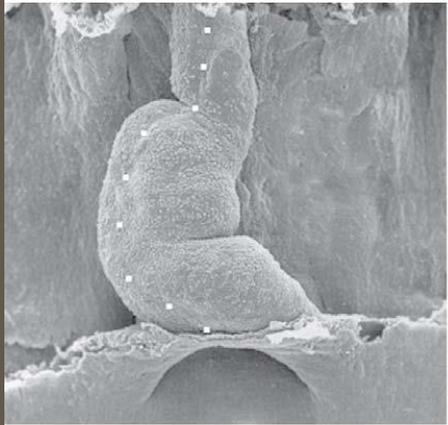
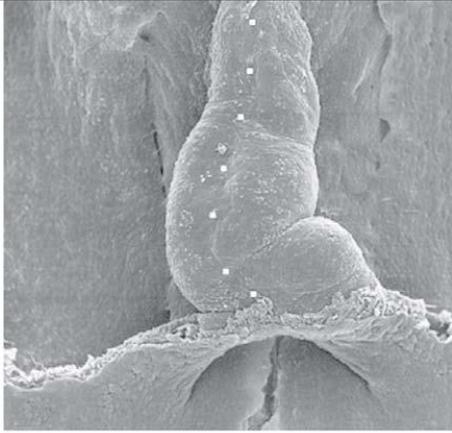
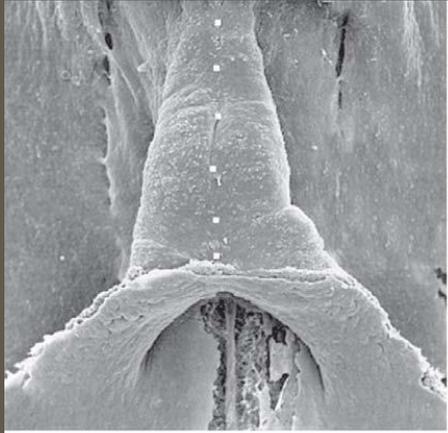
Questo porta il Bulbo Cardiaco a trovarsi in posizione caudale, ventrale, spostato sulla destra.



Il Ventricolo Primitivo sarà sulla sinistra e l'Atro Primitivo in posizione dorsale e craniale.

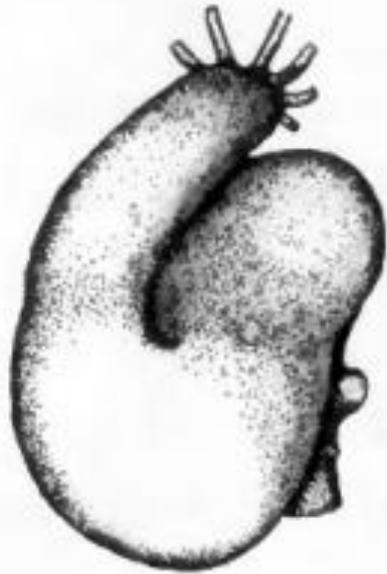
Al 28esimo giorno si è conclusa la fase principale di allungamento, con il Tratto di Efflusso che si trova a metà tra i futuri atri.

|

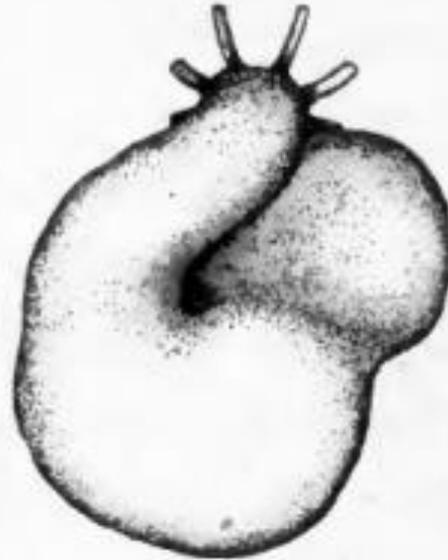


C

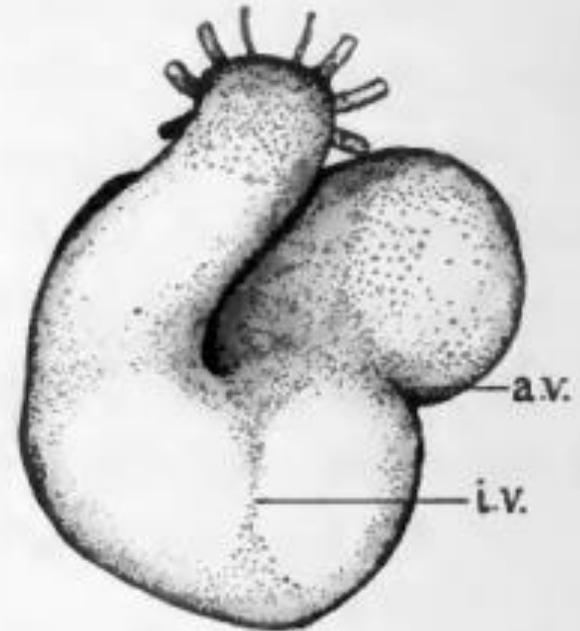
S



J 65 HOURS
33 somites



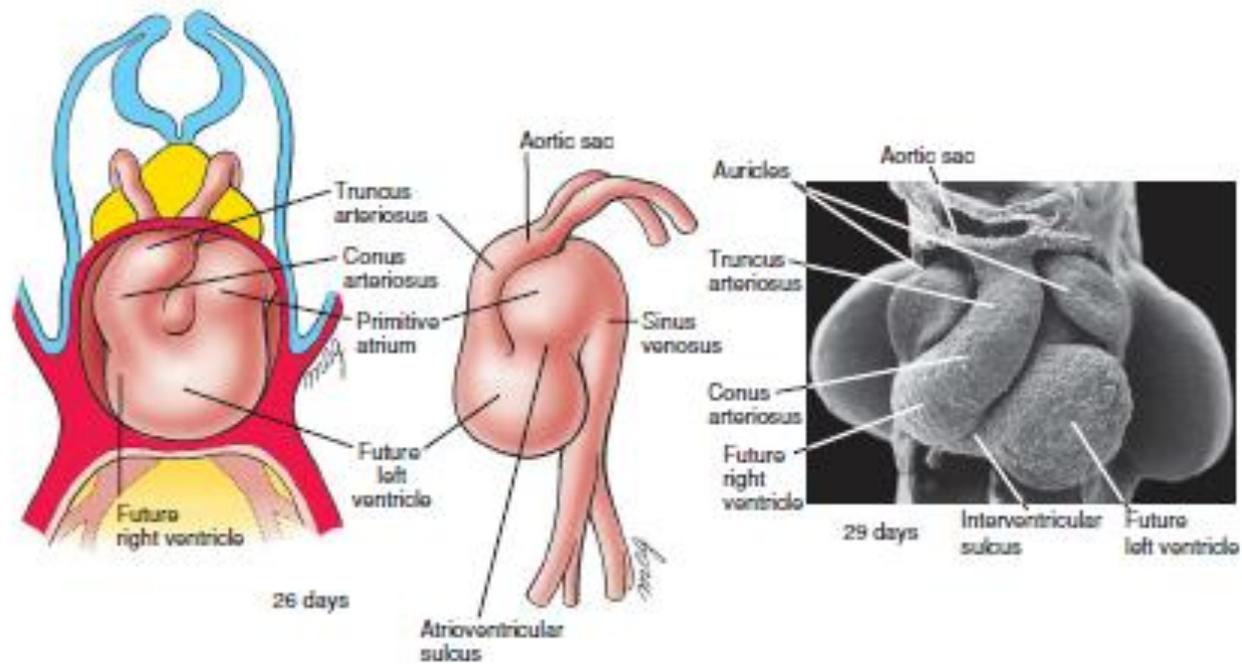
K 76 HOURS
38 somites

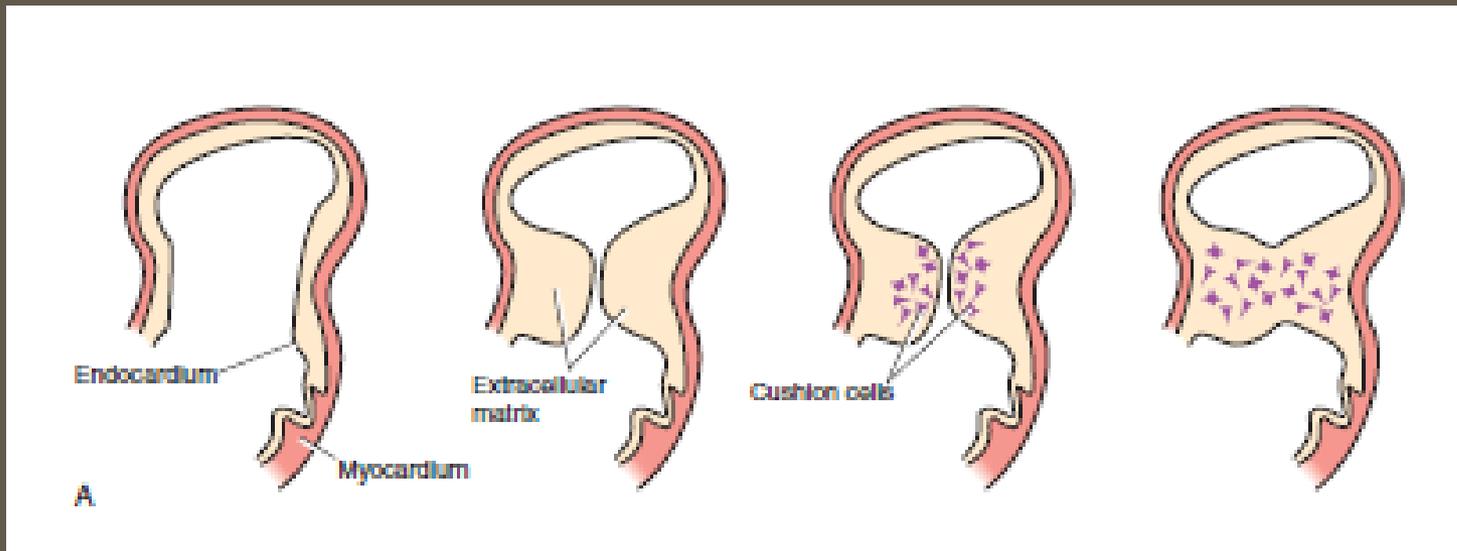


L 100 HOURS
45 somites

In realtà, al 28esimo giorno, noi abbiamo già tutte le camere nella posizione in cui si ritroveranno in vita adulta: i ventricoli posti più anteriormente e più caudalmente rispetto agli atri.

Però, ci ritroviamo ancora con un Tubo: il suo interno è ancora cavo, le varie camere non sono ancora divise, ma abbiamo un unico grande spazio comune.





SETTAZIONE

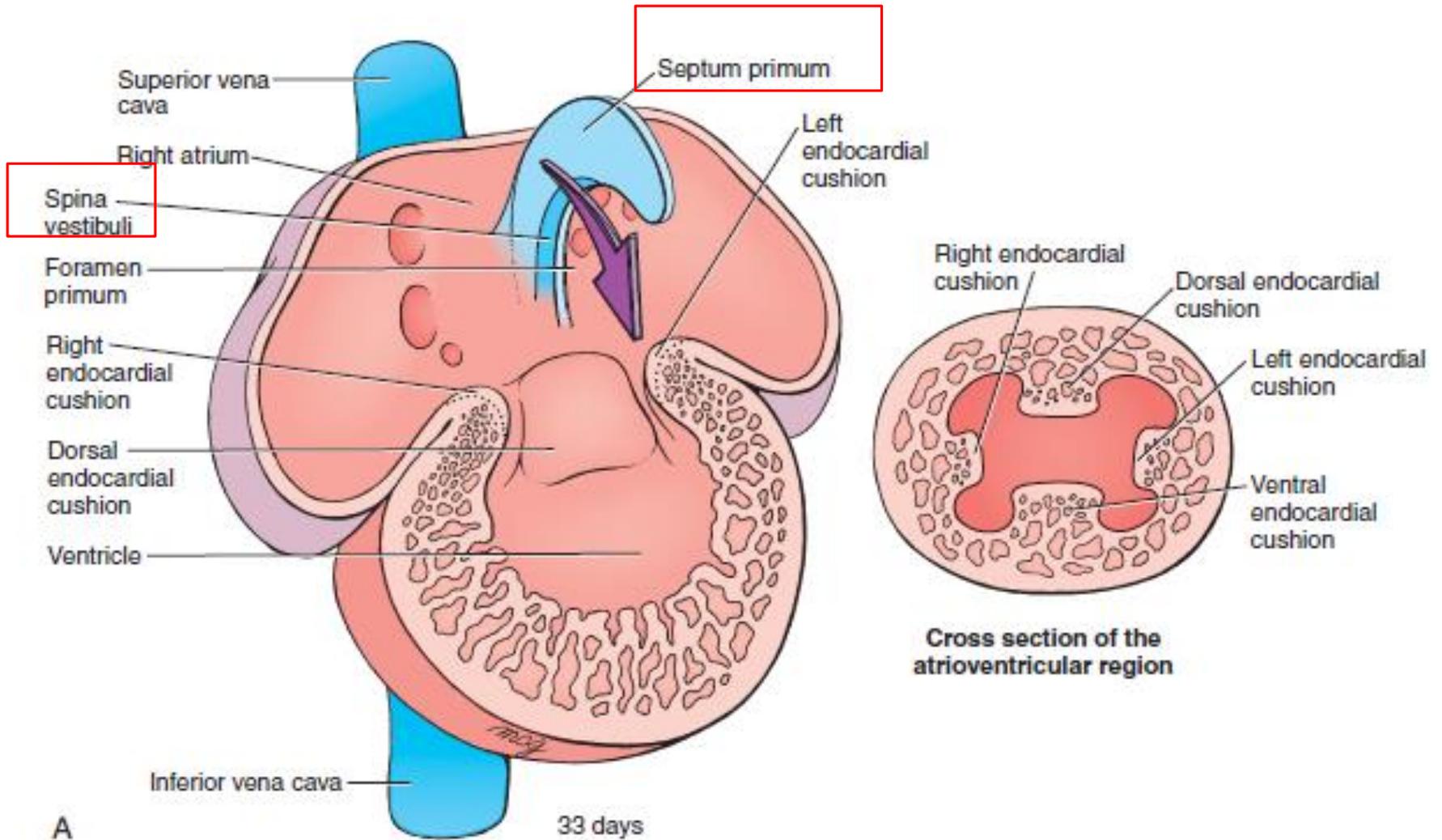
Dobbiamo ora creare dei setti che vadano a dividere il Tubo Cardiaco Primitivo nelle quattro camere cardiache. Tra il 28esimo ed il 37esimo giorno, le cellule del miocardio producono una grande quantità di matrice extracellulare, «spingendo» l'endocardio verso il lume del Tubo e cominciando a formare creste e protuberanze che si organizzeranno a formare i setti. Tutti i processi che descriveremo avvengono in contemporanea, ma per comodità li tratteremo uno ad uno.

SETTO INTERATRIALE

Il 26esimo giorno, dal tetto dell'Atrio Comune inizia a formarsi una cresta di miocardiociti che, al 28esimo giorno, assume la forma di una mezzaluna: questo è il **Septum Primum**, che si proietta caudalmente.

Dall'aspetto posteriore dell'Atrio comune, in linea con il Mesocardio Dorsale, si crea un'altra «cresta», la **Spina Atriale (o Vestibuli)**, che cresce fino ad incontrare il Septum, unendosi ad esso.

Il setto, però, ha una lacuna: l'**Ostium (o Foramen) Primum**, che permetterà la comunicazione interatriale, essenziale nella vita fetale.



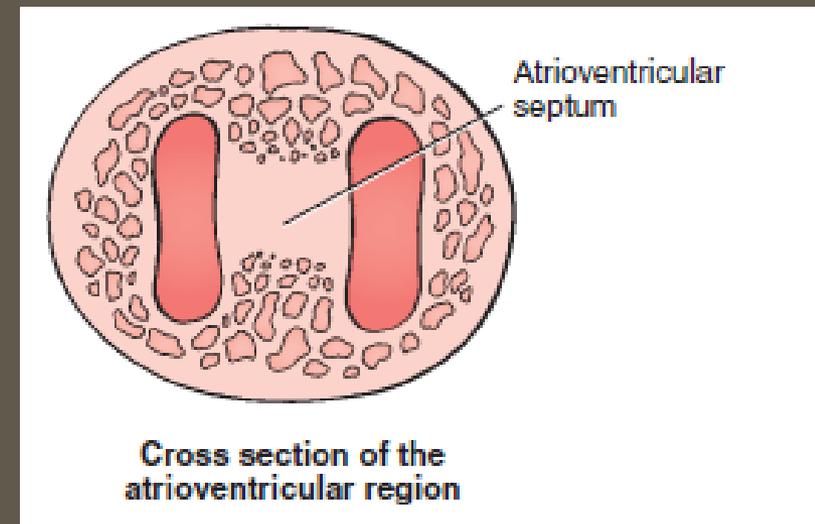
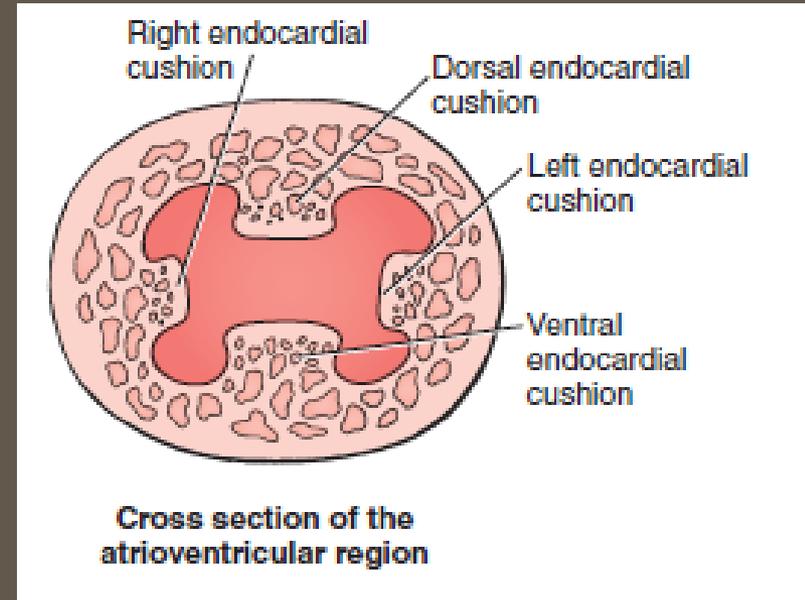
SETTO ATRIOVENTRICOLARE

In contemporanea crescono altre due strutture: i **Cuscinetti Endocardici Dorsale ed Ventrale**, che crescono l'uno verso l'altro e, alla fine della 6° settimana si fondono assieme formando il **Setto Atrioventricolare**, separando il Canale Atrioventricolare in una metà destra ed una sinistra.

Abbiamo separato la metà destra del cuore da quella sinistra (o quasi).

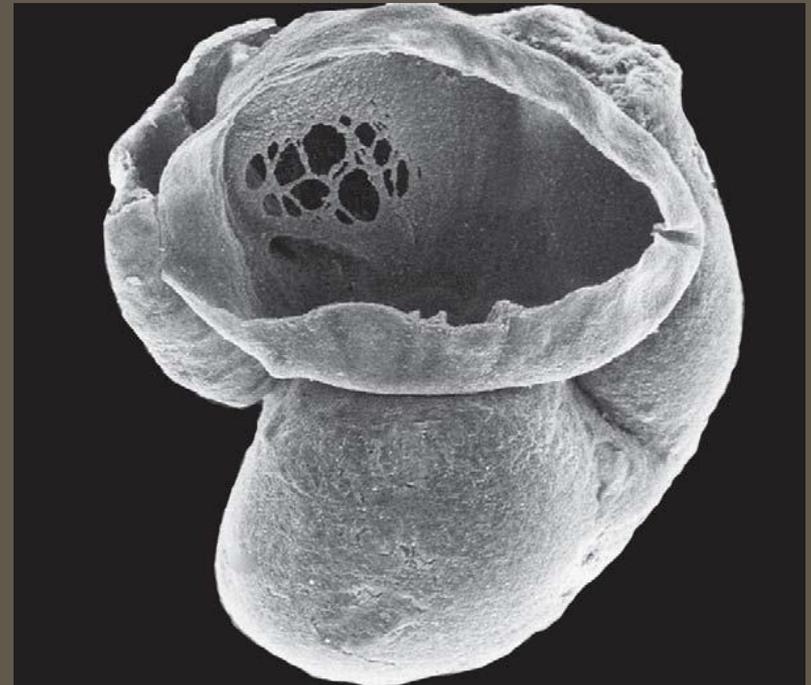
Sempre alla fine della 6° settimana, il Setto Atrioventricolare incontra il Septum Primum, andando ad obliterare il Foramen Primum.

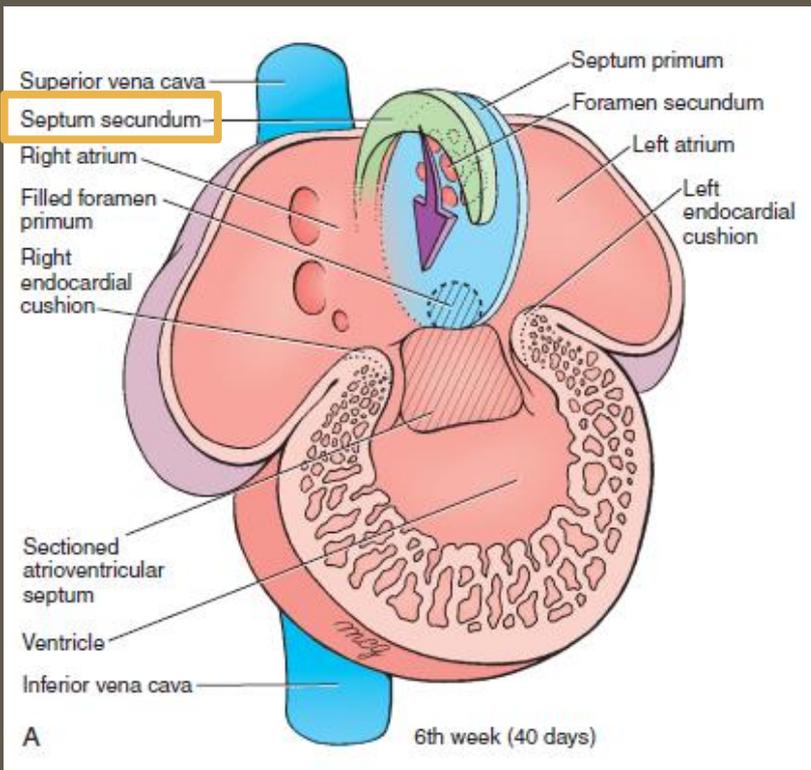
*abbiamo anche il Cuscinetto Destro e Sinistro, ma non sono così importanti



FORAMEN SECUNDUM

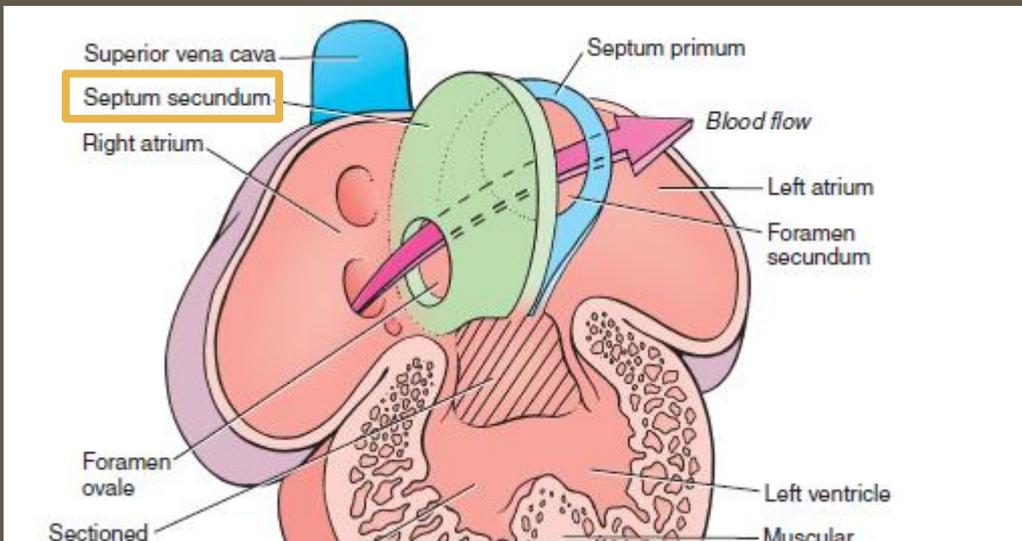
Con l'obliterazione del Foramen Primum, andremmo a rendere impossibile la vita fetale, essendo il circolo polmonare funzionalmente chiuso. Mentre il Foramen Primum si sta chiudendo, alcune cellule che formano il Septum Primum vanno incontro ad apoptosi, formando tante piccole lacune che confluiscono formando il **Foramen Secundum**.





SEPTUM SECUNDUM

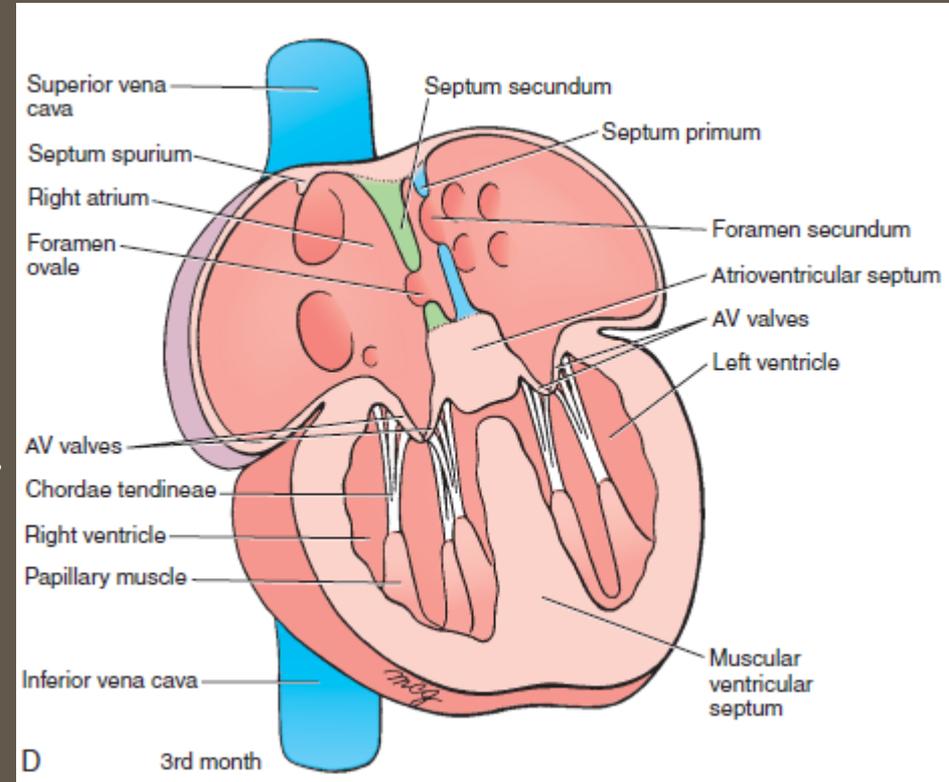
Mentre il Septum Primum cresce inferiormente, si organizza parallelamente il **Septum Secundum**: anziché essere tra i due atri, è una cresta che si proietta dal tetto dell'Atrio Destro. Il Septum Secundum è molto più spesso del Primum, cresce, ma non arriverà mai al Setto Atrioventricolare che nel frattempo si è formato: lo spazio che rimane tra essi è il **Forame Ovale**.



Questo serve a garantire l'unidirezionalità del flusso.

SETTO INTERVENTRICOLARE

Tra la 4° e 7° settimana si assiste alla crescita del Solco Bulbo-Ventricolare, nella sua componente Ventrile, che va a formare un'altra cresta, anch'essa di origine muscolare: è la **parte muscolare del Setto Interventricolare**.



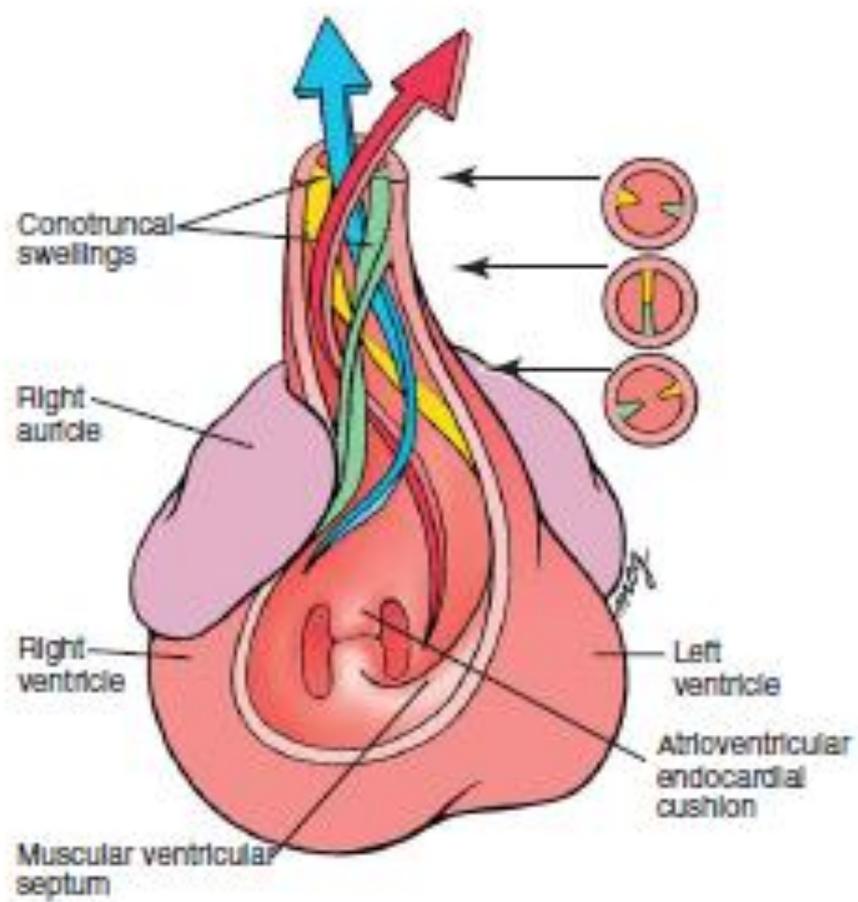
Non essendosi ancora differenziate le componenti di efflusso dei due ventricoli, ossia quelle che conducono all'Arteria Polmonare e all'Aorta Ascendente, è essenziale che i due ventricoli rimangano in comunicazione: infatti, il setto Interventricolare (Muscolare) non raggiunge il Setto Atrioventricolare

FORMAZIONE DEL TRATTO DI EFFLUSSO (o segmento Cono-Truncale)

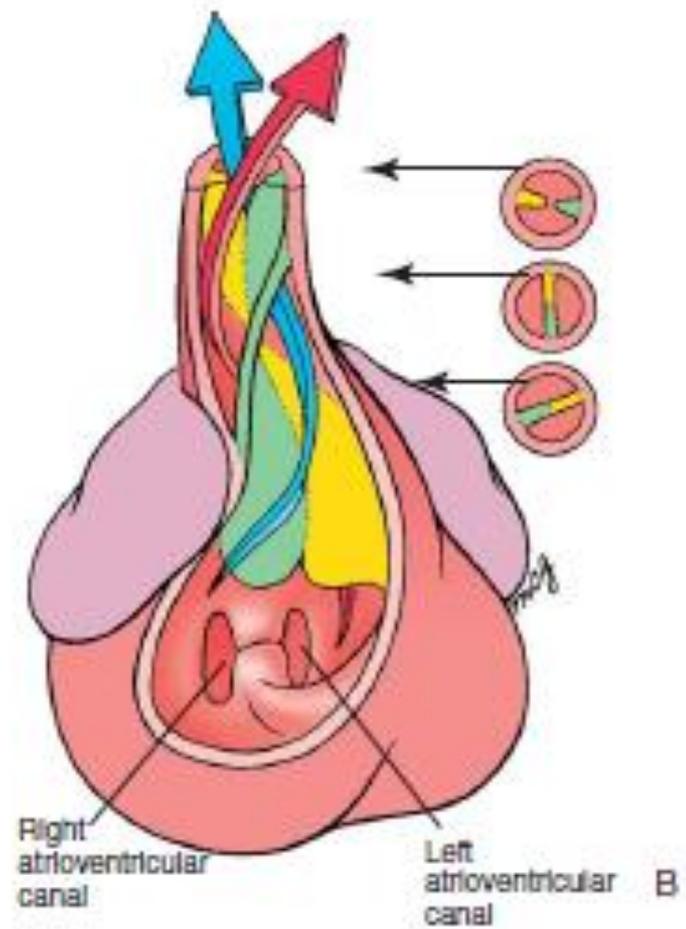
L'estremità arteriosa del nostro Tubo Cardiaco è ancora una struttura unica che dovrà differenziarsi in Arteria Polmonare e Aorta Ascendente: al momento abbiamo ancora un tubo unico che comunica con le due cavità ventricolari non ancora definitivamente separate.

Tra la 5° e l'8° settimana, dalle pareti del Tratto, si formano due rigonfiamenti Cono-Truncali, che crescono in senso distale-proximale (ossia verso i ventricoli) con andamento a spirale. Crescendo verso il lume, finiscono per incontrarsi e formare il **Setto Cono-Truncale**, separando Arteria Polmonare e Aorta Ascendente.

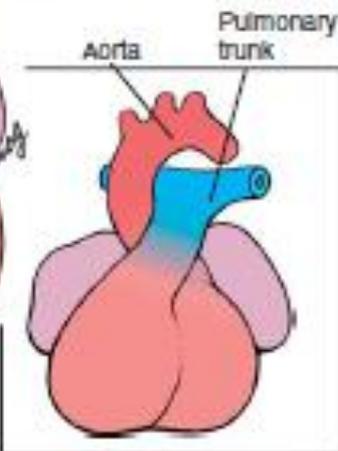
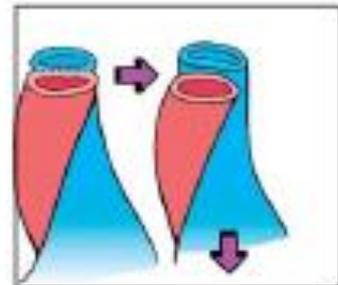
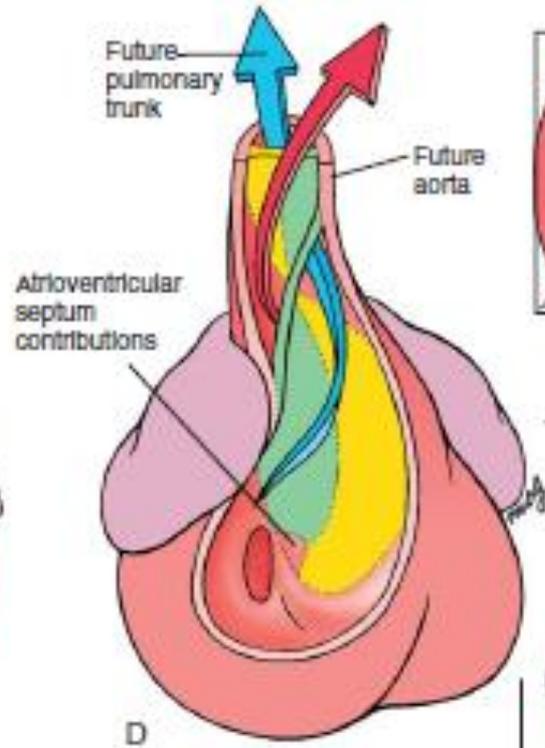
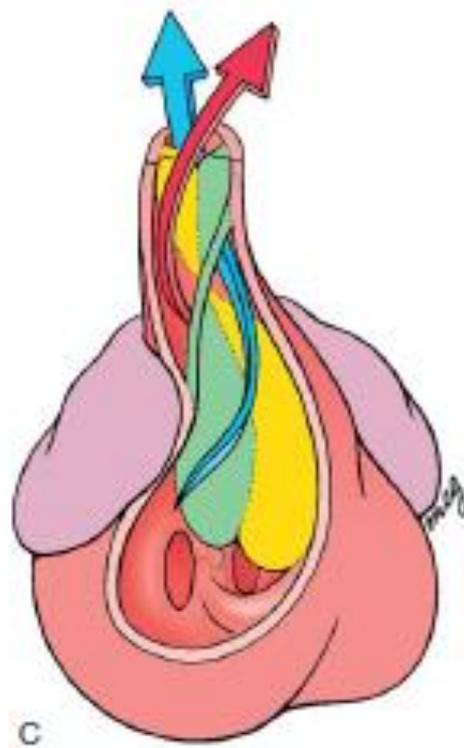
Il Setto continua a crescere verso i ventricoli, entrando, alla fine, in contatto con il Setto Interventricolare (Muscolare) e la parte ventricolare del Setto Atrioventricolare: così facendo, si conclude la formazione del Setto Interventricolare (parte Membranosa).



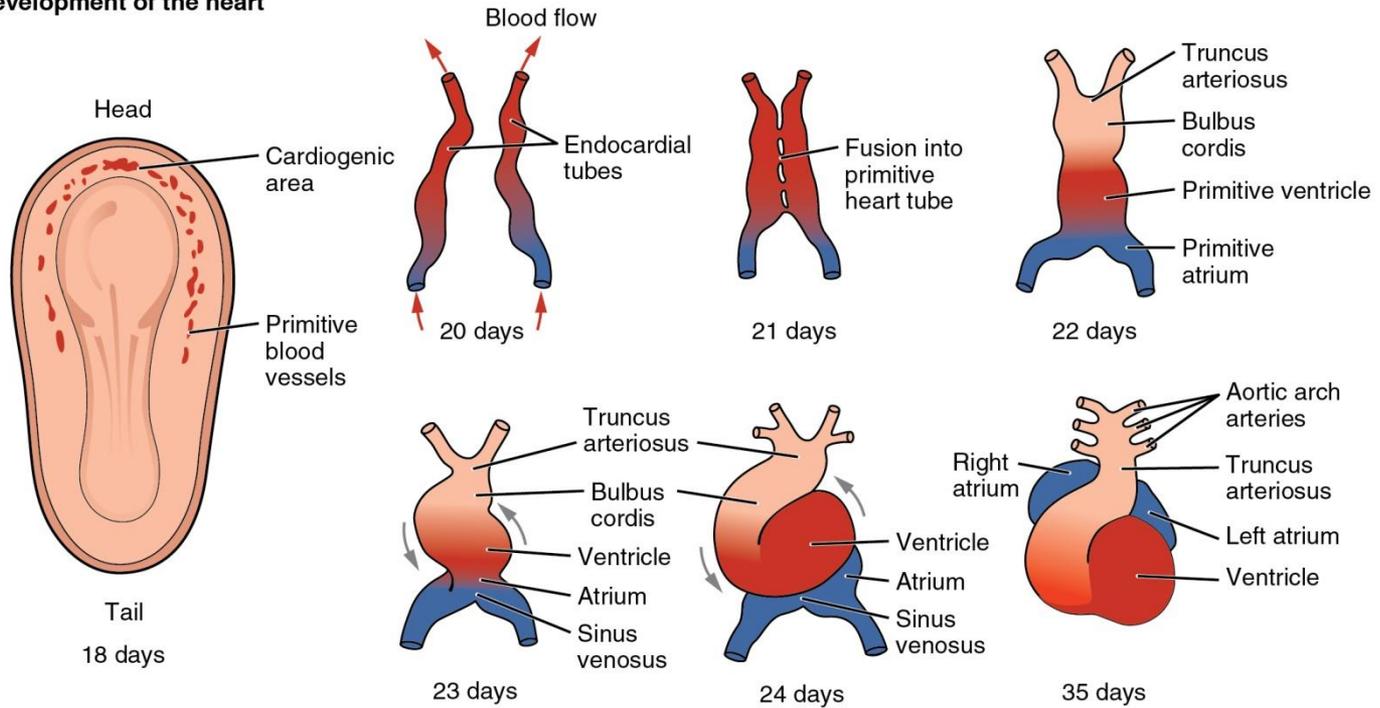
A



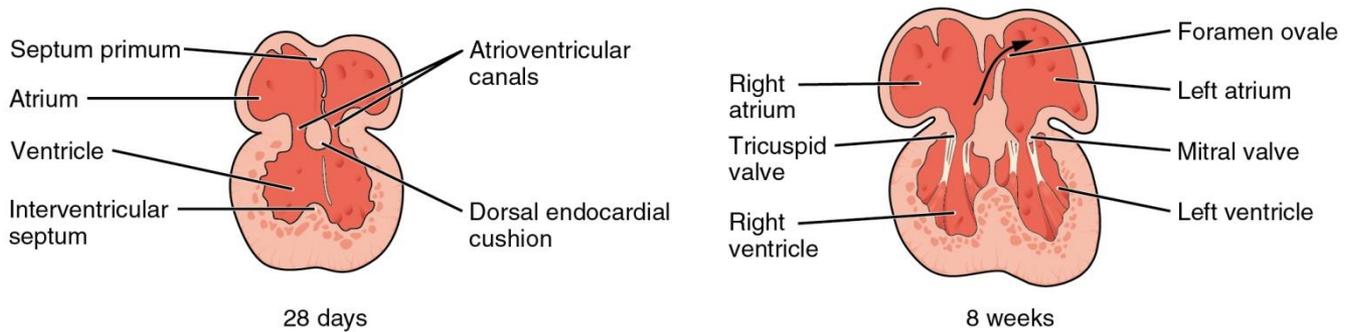
B

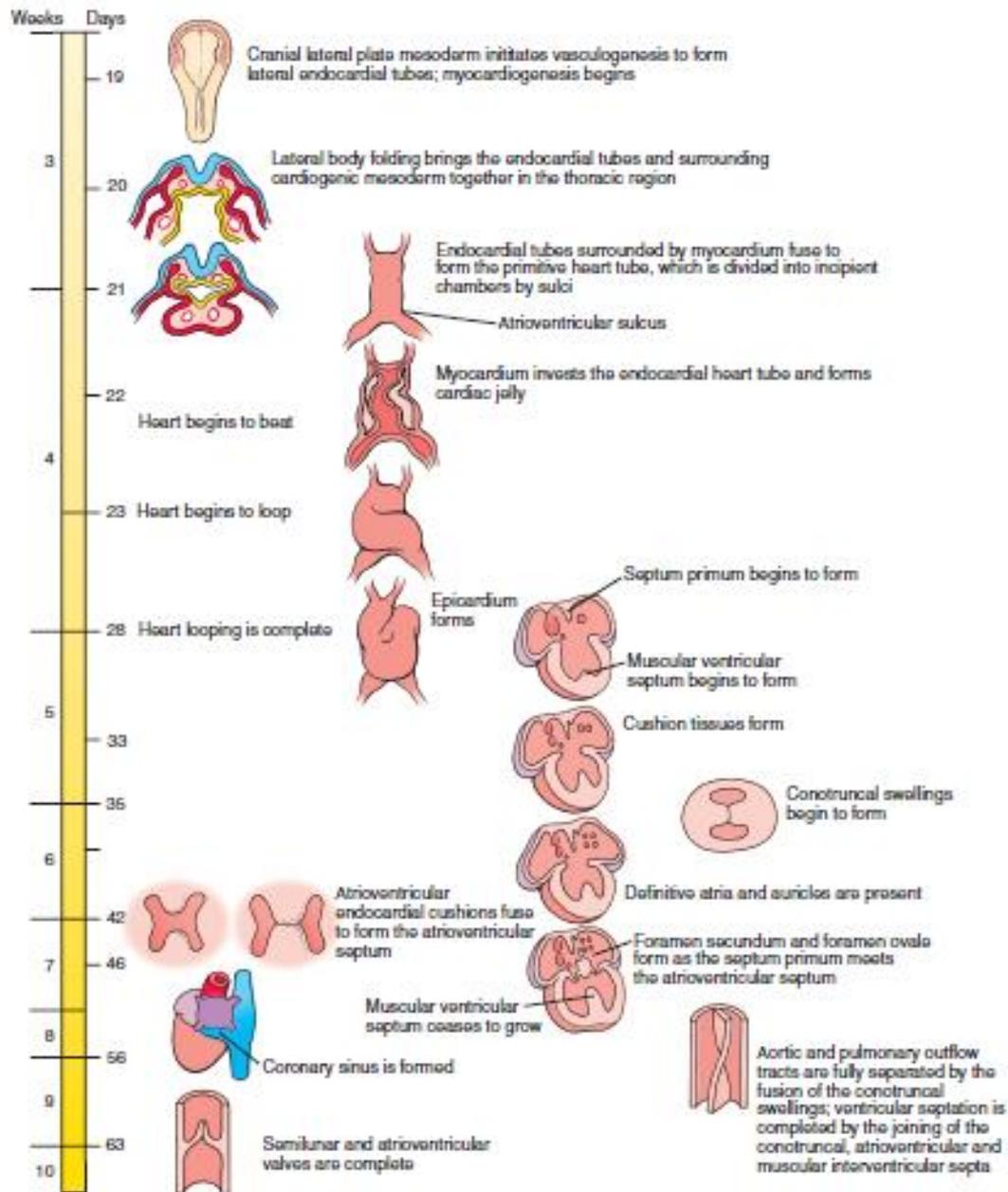


Development of the heart



Partitioning of the heart into four chambers



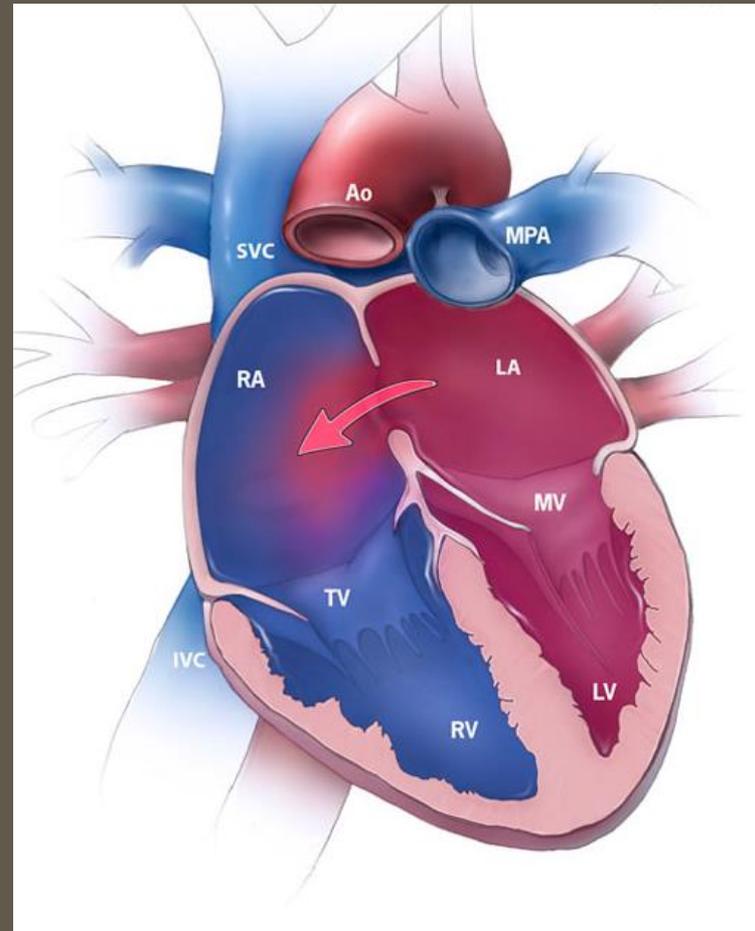


Time line. Formation of the heart.

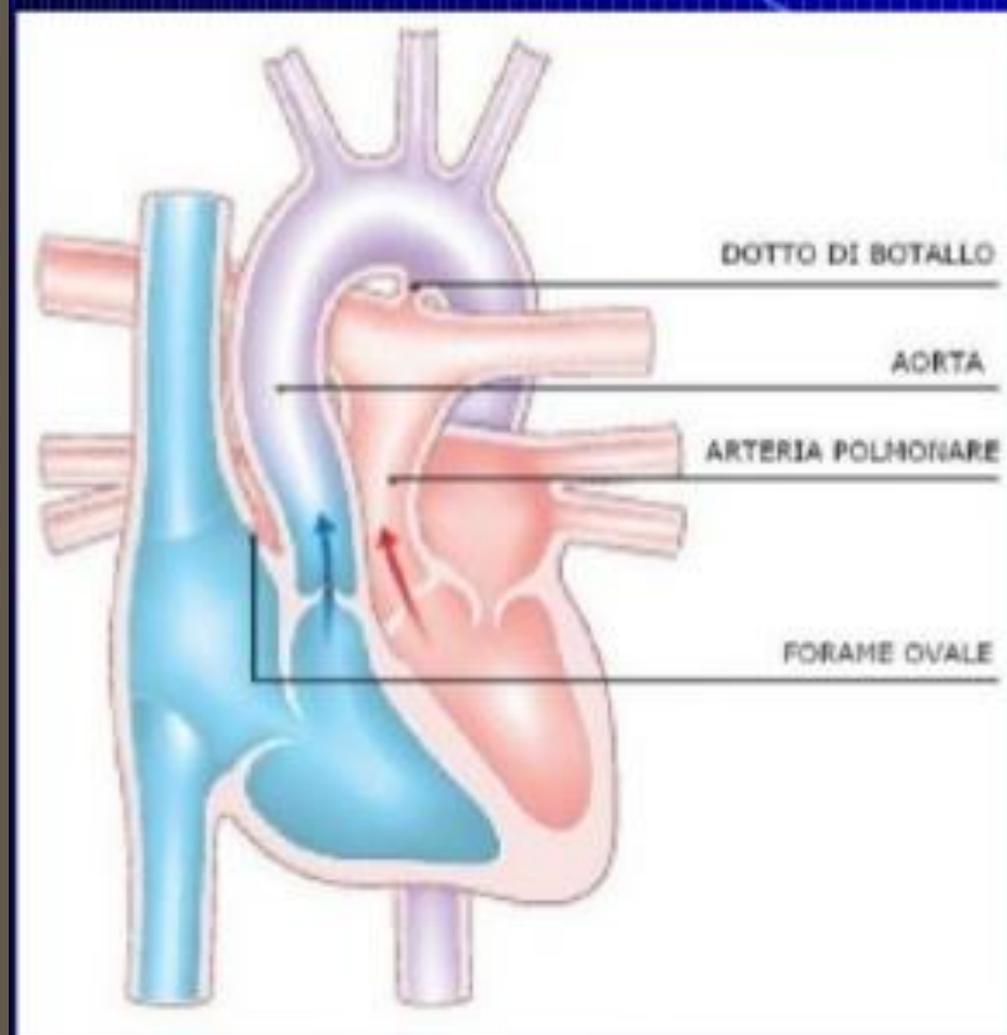
MALFORMAZIONI CARDIACHE

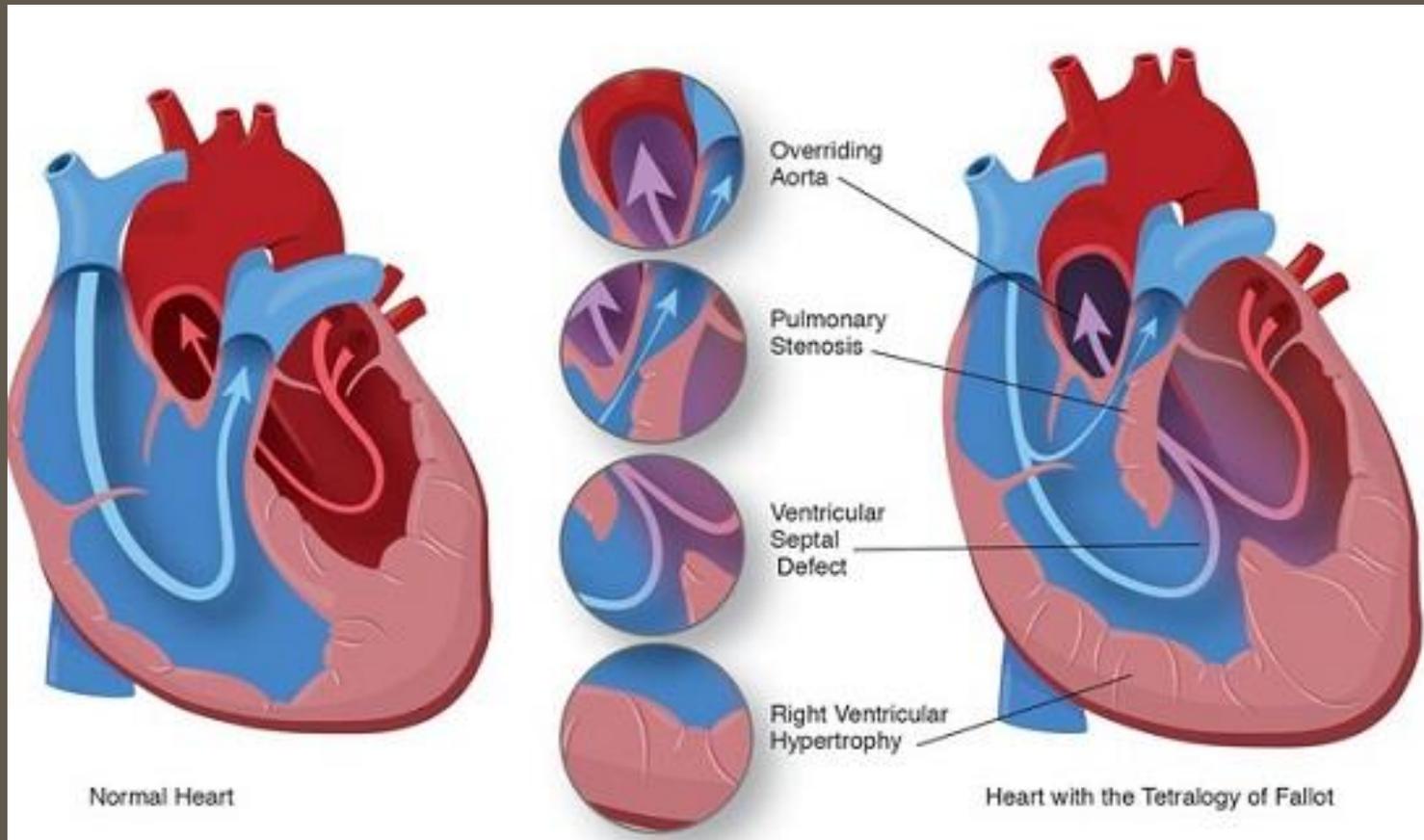
Sono tipicamente difetti della settazione o della formazione del tratto di efflusso

- **Difetti del Setto InterAtriale:** (DIA) permane una comunicazione, che può avere forme ed estensioni diverse. Compatibili con la vita, sono riparabili con cardiocirurgia. Causano Shunt.
- **Difetti del Setto InterVentricolare:** (DIV) permane una comunicazione, che può avere forme ed estensioni diverse. Compatibili con la vita, sono riparabili con cardiocirurgia. Causano Shunt.



- **Trasposizione dei Grossi Vasi:**
Aorta Ascendente e Arteria Polmonare comunicano, rispettivamente con Ventricolo Destro e Sinistro. Il Circolo Sistemico e Polmonare sono in parallelo anziché in serie, con una separazione perfetta. Compatibile con la vita solo se supportato da un DIV di dimensioni adeguate.





- **Tetralogia di Fallot:** è una dislocazione anterosuperiore del setto infundibolare: questo fa sì che il setto interventricolare (1) non sia correttamente chiuso (nella porzione superiore) che porta a Shunt e ipertrofia del ventricolo destro (2). L'Aorta Ascendente è «a cavaliere» del DIV (3), ossia si trova immediatamente superiore al difetto. Il tratto di efflusso del ventricolo destro non si sviluppa in maniera appropriata e risulta in stenosi sotto-valvolare e della Valvola Polmonare (4).

- **Forame Ovale Pervio:** può essere perfettamente asintomatico, anzi, si stima che il 20% della popolazione ne sia portatrice. La clinica dipende dalle sue dimensioni.
- **Dotto Arterioso Pervio:** (PDA) genera uno Shunt Sx-Dx, ma richiede qualche mese perché si manifesti.
- **Tronco Arterioso Persistente:** è compatibile con la vita solo in presenza di DIV.
- **Ritorno Venoso Polmonare Anomale Totale:** le vene polmonari non si uniscono direttamente all'atrio sinistro. Un DIA deve sempre persistere perché si arrivi a termine. Lo sviluppo (quando avviene) è consentito d canali venosi primitivi che drenano i polmoni nella Anonima di Sx o nel Seno Coronario.
- **Coartazione Aortica:** è una stenosi dell'Arco o della Discendente subito a valle della Succlavia sinistra. Nella forma Congenita può essere accompagnata o meno da un PDA: se è presente, è molto più grave.

<https://www.youtube.com/watch?v=5DIUk9IXUaI>

<https://www.youtube.com/watch?v=OArR67aFze0>